

C (17) Attorney General
Patricia A. Spillane 05 05 1999

(51) Kv.1k.5 - Int.c1.5

G 01N 27/02, 27/22, G 01D 3/04

S U O M I - F I N L A N D

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	900873
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	21.02.90
(24) Alkupaivä - Löpdag	21.02.90
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	22.08.91
(44) Nähtäväsipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	14.02.92

(71) Haki ja - Sökande

1. Vaisala Oy, PL 26, 00421 Helsinki, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Ponkala, Jorma, 25610 Ylönkylä, (FI)

(74) **Asiamies - Ombud: Forssén & Salomaa Oy**

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

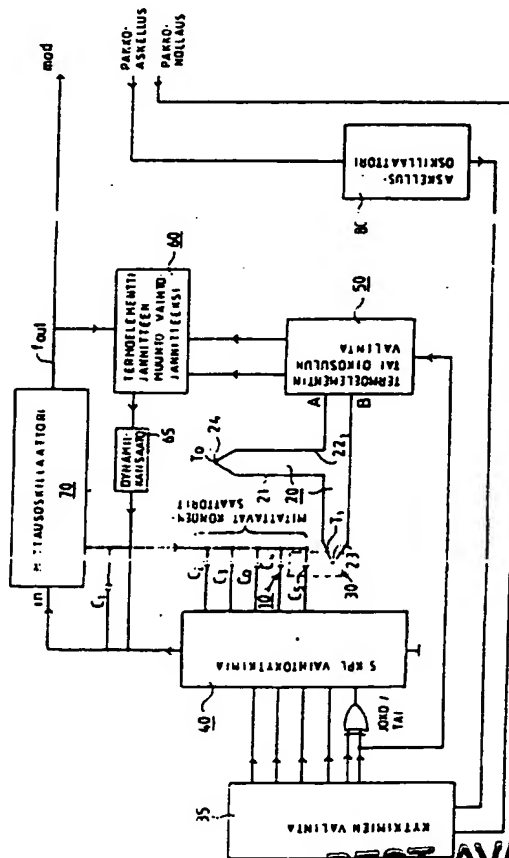
**Menetelmä radiosondien impedanssiantureiden yhteydessä
Förfarande i samband med impedansgivare i radiosonder**

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

FI C 48229 (G 01N 27/22), FI C 58402 (G 01N 27/22), FI C 57319 (G 01R 27/26),
FI C 58403 (G 01N 27/22), US A 3168829 (73-336.5), US A 3350941 (73-336.5)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Menetelmä radiosondien inpendanssiantureiden tarkkuuden parantamisessa. Menetelmässä mitataan anturin tai antureiden (30 ja/tai 10) lämpötilaa termoparilla (20), jonka termoelementtien (21,22) toisen haaran liitos (23) sijoitetaan mitattavan anturin yhteyteen tai tuntumaan. Termoparin (20) toisen haaran liitos (24) sijoitetaan anturia ympäröivään atmosfääriin (SA). Termoparilla (20) havaitaan anturin yhteydessä vallitsevan lämpötilan (T_1) ja ympäröivän atmosfäärin (SA) lämpötilan (T_0) eroa ($T_1 - T_0$). Lämpötilaeroa ($T_1 - T_0$) edustavalla sähkösignaalilla ($U(t)$) vaikutetaan radiosondin mittauskytkennän lähtösignaaliin (f_{out}), joka sisältää tiedon anturilla (30) tai antureilla (10,30) mitattavasta meteorologisesta suureesta tai suureista. Termoparista (20) saatava tasajännite (U_0) muutetaan vaihtosuuntaajalla (60) tai vastaavalla vaihtojännitteeksi ($U(t)$), jolla vaikutetaan mittauskytkennän lähtösignaaliin (f_{out}).



BEST AVAILABLE COPY

85770

Förfarande för att förbättra noggrannheten på impedansgivare i radiosonder. Vid förfarandet mäter man temperaturen av givaren eller givarna (30 och/eller 10) med ett termopar (20), varvid förbindningen (23) av den ena grenen av termoelementen (21,22) av termoparet placeras i förbindelse med eller i kontakt med givaren som skall mätas. Förbindningen (24) av den andra grenen av termoparet (20) placeras i en atmosfär (SA) som omger givaren. Med nämnda termopar (20) observerar man skillnaden mellan temperaturen (T_1) som råder i förbindelse med givaren och temperaturen (T_2) av den omgivande atmosfären (SA), varvid man påverkar utgångssignalen (F_{ut}) av mätkopplingen av radiosonden med en elektrisk signal ($U(t)$) som representerar skillnaden, vilken utgångssignal innehåller informationen om den meteorologiska storheten eller storheterna som skall mätas med givaren (30) eller givarna (10,30). Likspänningen (U_0) som erhålls vid förfarandet från termoparet (20) omvandlas med en växelriktare (60) eller motsvarande till växelspänningen ($U(t)$), med vilken man påverkar utgångssignalen (F_{ut}) av mätkopplingen.

- 1 Menetelmä radiosondien impedanssiantureiden yhteydessä
Förfarande i samband med impedansgivare i radiosonder

5

Keksinnön kohteena on menetelmä radiosondien impedanssiantureiden tarkkuuden parantamisessa.

- 10 Ennestään tunnetaan useita erilaisia sähköisesti ilmaistuja lämpötila- ja kosteusantureita, joiden impedanssi muuttuu mitattavan suureen funktiona. Tällaisia kosteusantureita tunnetaan esim. USA-patenteista n:ot 3168829 ja 3350941 sekä hakijan suomalaisesta patentista n:o 48229.
- 15 Ennestään tunnetusti käytetään lämpötilan mittaamiseen kapasitiivisia antureita, jotka perustuvat yleensä siihen, että kondensaattorilevyjen välisen eristeaineen dielektrisyysvakio on lämpötilasta riippuva, jolloin myös kapasitanssi riippuu lämpötilasta. Esim. hakija käyttää hyvin pienikokoisia, mainitun periaatteen mukaisia keraamisia kondensaattoreita lämpötila-antureihin radiosondeissa. Tällaisen anturin tarkkuus on yleensä riittävä, koska se ei lämpene mittaussirrasta ja koska sen Q-arvo on hyvä. Anturi on mekaanisesti stabiili, eikä siinä ole havaittu merkittävää vanhenemista ja sen dynamiikka on riittävän laaja. Tällainen keraaminen lämpötila-anturi on kuitenkin suojattava hyvin kosteudelta esim. lasilla.
- 20 Tällöin anturin koko suurenee moninkertaiseksi, jolloin anturin nopeus huononee ja säteilyvirheet suurenevät.

- Mainitut lämpötila-anturit voidaan saada toimimaan entistä tarkemmin, jos tunnetaan entistä tarkemmin niiden lämpötilan ja ympäristön lämpötilan välinen ero. Etenkin tähän ongelmaan esillä oleva keksintö tarjoaa ratkaisun.
- 30

- Esillä olevan keksinnön tekniikan tasoon osaltaan liittyy FI-patentti n:o 48229, jossa on esitetty kapasitiivinen kosteusanturi, jossa dielektrisenä aineena on polymeerikalvo, jonka dielektrisyysvakio on polymerikalvon absorboiman vesimäärän funktio.
- 35

1 Edellä esitetyissä ja muissakin impedanssin muutokseen perustuvissa antureissa esiintyy ei-toivottuja ilmiöitä, joita ovat mm. em. säteilyvirhe, antureiden hitaus ja hystereesis.

5 Hakijan FI-patenttihakemuksessa 58402 on esitetty menetelmä sähköisen, impedanssin muutokseen perustuvan, kosteusanturin palautuvien muutosten aiheuttamien ei-haluttujen ominaisuuksien pienentämiseksi, etenkin kapasitiivisessa kosteusanturissa, jonka kosteudelle herkkää materiaalina on orgaaninen polymeeri, jonka kosteusanturin kosteudelle herkkää materiaa-
10 lia lämmitetään, ainakin suuremmilla suhteellisilla kosteuksilla, kosteusanturin ympäristön lämpötilaa suurempaan lämpötilaan. Anturin lämmitystehoa voidaan tarvittaessa säätää mitattavan kosteuden funktiona.

Mainitussa FI-patentissa 58402 mitataan kosteusanturin lämpötila ja/tai
15 ulkolämpötila ja tätä tai näitä mittaussuureita käytetään hyväksi kosteusmittausarvojen laskemisessa.

Esillä olevaan keksintöön liittyvän tekniikan tason osalta viitataan myös hakijan FI-patenttiin 57319, jossa on esitetty menetelmä pienten kapasita-
20 tanssien mittaamiseksi siten, että hajakapasitanssin vaikutus saadaan eliminoiduksi, jossa menetelmässä käytetään RC-oskilaattoriipiiriä, jonka lähtötaajuus riippuu, sopivimmin kääntäen verrannollisesti, mitattavasta kapasitanssista. Viime mainitun FI-patentin menetelmässä mitattava kapasita-
25 nssi kytketään pieni-impedanssisen generaattorin ja vain virtaa mittavaan piirin välille, esimerkiksi invertoivan vahvistimen oton jaannon välillä.

Esillä olevan keksinnön yleistarkoituksena on kehittää edelleen ennestään tunnettua lämpötilan ja/tai kosteuden mittaustekniikkaa etenkin
30 radiosondisovellutuksissa.

Esillä olevan keksinnön eräänä tarkoituksena on kehittää edelleen kapasitiivisia lämpötila-antureita niin, että niiden säteilyvirhe sekä hitaus saadaan pääasiallisesti eliminoiduksi.

35 Keksinnön eräänä tarkoituksena on aikaansaada uusi mittausmenetelmä ja anturijärjestely, etenkin radiosondikäyttöön, jossa kapasitiivinen kosteus-

- 1 anturi joutuu niin suureen kosteuteen, että anturitoiminta huononee ja vettä tai jäätä kerääntyy anturin pinnalle. Kun tällainen tilanne on ohi, kestää kauan ennen kuin vesi tai jää ovat haihtuneet, minkä ajan anturi antaa tietenkin väärin, liian suurta kosteutta ilmoittavan viestin. Vettä
- 5 keräävissä olosuhteissa anturi voi antaa väärin lukeman esim. ylikyllästyneen vesihöyryn tilanteessa. Edellä mainitussa FI-patentissa 58402 esitetty kapasitiivisen kosteusanturin lämmityksellä voidaan edellä mainituja epäkohtia välttää, mutta aikaisemmin ratkaisemattomana ongelmana on kuitenkin se, että riittävän tarkan kosteusmittauksen aikaansaamiseksi
- 10 anturin lämpötila on tunnettava hyvin tarkkaan. Suhteellisen kosteuden 1-2 %:n mittaustarkkuuden aikaansaamiseksi on lämpötila saatava mitatuksi noin 0,1°C:n tarkkuudella. Lämpötilan mittauksessa voi olla enemmän absoluuttista virhettä, mutta lämpötilaero on tunnettava ympäristöön nähden mainitulla tarkkuudella.
- 15
- Keksinnön tarkoituksena on aikaansaada sellainen mittausmenetelmä ja anturijärjestely, jossa suhteellinen kosteus voidaan mitata edellä esitetyllä tarkkuudella 1-2 %. Lisäksi keksinnön tarkoituksena on aikaansaada sellainen mittausmenetelmä ja anturijärjestely, joka soveltuu erityisen hyvin
- 20 käytettäväksi radiosondeissa, koska menetelmää käyttäen anturijärjestely saadaan yksinkertaiseksi ja kevytrakenteiseksi.
- Keksinnön tarkoituksena on aikaansaada sellainen kosteusanturi, jota käyttäen voidaan välttää veden tiivistyminen kosteusanturin pinnalle, esimerkiksi silloin, kun radiosondi lentää pilvessä.
- 25
- Edellä esitettyihin ja myöhemmin selviäviin päämääriin pääsemiseksi keksinnön menetelmälle on pääsääntöisesti tunnusomaista se, että menetelmässä mitataan anturin tai antureiden lämpötilaa termoparilla, jonka termoelementtien toisen haaran liitos sijoitetaan mitattavan anturin yhteyteen tai tuntumaan ja jonka termoparin toisen haaran liitos sijoitetaan anturia ympäröivään atmosfääriin ja että mainitulla termoparilla havaitaan anturin yhteydessä vallitsevan lämpötilan ja ympäröivän atmosfäärin lämpötilan eroa, jota edustavalla sähkösignaalilla vaikutetaan radiosondin
- 30
- mittauskytkennän lähtösignaaliin, joka sisältää tiedon anturilla tai antureilla mitattavasta meteorologisesta suureesta tai suureista.
- 35

- 1 Keksinnössä toteutuvat useat edut yhtäaikaan. Näitä etuja käsitellään tarkemmin seuraavassa. Yhdellä kalibroinnilla saadaan kaksi lämpötila-anturia käyttöön. Termoelementin toinen haara on jossakin toisessa tunnustassa lämpötilassa kuin varsinainen absoluuttilämpötila-anturi. Ohutta termoelementtilankaa käytettäessä saavutetaan suuri nopeus ja pieni säteilyvirhe.

- 10 Keksinnössä sovellettavaa vaihtosuuntaajaidea muuntaen voidaan mitata myös jännitteiden asemesta sähkövirtoja, vastuksia tai muita sähkösuureita. Keksinnön ansiosta saavutettu mittaustarkkuus on luokkaa $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$, koska dynamiikka on hyvä (taajuutta on helppo mitata tarkasti), ja koska termoparissa ei ole mitään pohjasignaalia eli termoparin jännite on nolla, kun siihen ei vaikuta lämpötilaero.

- 15 Kytkeä on parhaimmillaan, kun lämpötilaero termoparin haarojen välillä ei ole niin suuri, että termoparin aiheuttama taajuuden muutos ei olennaisesti ohita referenssikondensaattoreiden vastaavia taajuuksia.

- 20 Keksinnön puitteissa on mahdollista toteuttaa kosteudenmittaus siten, että kosteusanturi ja lämpötila-anturi ja termoelementin toinen haara ovat hyvässä lämpökontaktissa keskenään ja tätä kokonaisuutta lämmitetään vain vähän. Toinen termoelementin haara on vapaassa ilmassa. Tällöin vältetään veden tiivistyminen kosteusanturin pinnalle esim. sondissa silloin kun se lentää pilvessä. Anturi ei tietenkään näytä lämmityksen takia 25 100 % suhteellista kosteutta, mutta koska lämpötilaero tunnetaan, on laskennallisesti mahdollista määrätä oikea kosteusmittaustulos.

- 30 Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohtaisesti viittaamalla oikeiden piirustuksen kuvioissa esitettyihin keksinnön eräisiin sovellusesimerkkeihin, joiden yksityiskohtiin keksintöä ei ole ahtaasti rajoitettu.

Kuvio 1 esittää lohkokaaavana keksinnön mukaista menetelmää ja siinä sovellettavaa anturijärjestelyä.

- 35 Kuvio 2 esittää keskeistä poikkileikkausta kapasitiivisesta lämpötila-anturista, jonka yhteyteen on sovitettu termoparin toinen haara.

1 Kuvio 3 esittää päältäpäin nähtynä kapasitiivista kosteusanturia, jota keksinnössä voidaan soveltaa.

Kuvio 4 esittää leikkausta III-III kuviossa 3.

5

Kuvio 5 esittää tarkemmin keksinnön menetelmää ja anturijärjestelyä soveltavaa radiosondin mittauskytkentää.

Kuvio 6 esittää kaaviollisena sivukuvana eri antureiden sijoitusta

10 samalle lämmitetyille kuparilevyille.

Kuviossa 1 on esitetty kaaviollisesti ja osittain lohkokaaavana keksinnön menetelmää ja anturijärjestelyä soveltava kytkentä, jota käytetään radiosondien telemetriassa, joilla mitataan sondia ympäröivän ilmakehän painetta (P), lämpötilaa (T) ja suhteellista kosteutta (U). Kuvion 1 mukaisesti kytkennässä käytetään mittausantureina kapasitiivisia antureita C_3, C_4 ja C_5 . C_2 on referenssikondensaattori samoin kuin kytkimeen 43 liittyvä kondensaattori C_0 . Nämä kondensaattorit kytketään vuoron perään mittausoskillaattorin 70 ottoon, johon on kytketty pohjakapasitanssi C_1 . Mittausoskillaattorista 70 saadaan antosignaalin taajuus F_{out} .

Kuvion 1 mittausjärjestelyyn kuuluu mittausoskillaattorin 70 ottopuolelle kytketty vaihtokytkin 40, joka kytkee vuorotellen kunkin mitattavan kapasitanssin C_2, C_3, C_4 ja C_5 mittausoskillaattorin 70 ottoon. Tämän kytkennän yksityiskohtien ja sen tarkemman toteutuksen osalta viitataan hakijan FI-patenttiin 57 319 ja US-patenttiin 4 775 830.

Mitattavien kapasitanssien vaihtokytkimiä 40 ohjataan kytkimien ohjausyksiköllä 35, joka saa ohjaussignaalin askellusoskillaattorilta 80.

Kuviossa 2 on esitetty lämpötila-anturi 30, jonka toiminta perustuu kapasitanssin C_5 mittaukseen. Anturi 30 on keraaminen kondensaattori, jonka eristeen materiaalin dielektrisyysvakioilla on suhteellisen suuri lämpötilariippuvuus. Mitattava kapasitanssi C_5 muodostuu elektrodilevyjen 33 ja 34 välille. Elektrodilevyistä 33 ja 34 lähtevät johtimet 31 ja 32, jotka on kytketty kuvioista 1 ja 5 näkyvällä tavalla. Anturi 30 on suo-

1 jattu lasivaipalla 36 kosteuden vaikutuksia vastaan. Lasivaipan 36 ulkopinnalle on tehty kuparikerros 37, johon on juotettu termoparin 20 lankojen 21 ja 22 välinen liitos 23. Kuparikerroksesta 37 on edullista järjestää yhteys maahan verraten suuren kondensaattorin esim. n. 10 nF:n kondensaattorin kautta. Näin estetään kondensaattori C_5 :n mittauksessa käytetyn vaihtojännitteen kulkeutuminen termopariin kapasitiivisesti lasivaipan kautta. Edelleen maadoituskondensaattori estää hajakapasitanssin syntymisen C_5 :n rinnalle lasia pitkin. Termoparin 20 toisen haaran 21 lanka on esim. kuparia (Cu) ja toisen haaran 22 lanka konstantaania (Ko). Anturin 10 30 suojavaipan metallointi estää myös pintavuotovirtojen häiritsevän vaikutuksen lämpötilamittaukseen.

Keksinnössä voidaan käyttää myös kapasitiivista kosteusanturia 10, joka on järjestetty lämmitettäväksi niiden periaatteiden mukaisesti, jotka on 15 tarkemmin esitetty hakijan FI-patentissa 58402 ja oheisen piirustuksen kuvioissa 3 ja 4.

Kuvioissa 3 ja 4 esitetty eräs esimerkki kapasitiivisesta kosteusanturista 10 on perusrakenteeltaan tunnettu hakijan suomalaisesta patentista 20 n:o 48 229. Anturin 10 pohjana on veden absorption suhteen passiivinen tukialusta 11, kuten lasilevy. Tukialustalle 11 on tehty pohjakontakti 12, joihin on kiinnitetty kontakteilla 16 johtimet, joista kapasitanssia C_4 mitataan. Anturissa 10 on aktiivisena aineena ohut polymeerikalvo 13, jonka päälle on muodostettu ohut vesihöyryä läpäisevä pintakontakti 14, 25 joka ei ole galvaanisessa kosketuksessa kumpaankaan pohjakontaktiin 12. Näin muodostuu mitattava kapasitanssi C_4 pohjakontaktien 12 ja pintakontaktin 14 välille syntyvien kapasitanssien sarjakytkennästä. Vesimolekyylien absorboituessa kalvon 13 kosteusherkkään materiaaliin tapahtuu veden sitoutumista kahteen eri ilmiöön perustuen. Toinen sitoutuminen 30 tapahtuu molekyyläarisellä tasolla antaen nopean ja yleensä lineaarisen vasteen kapasitanssin C_4 muutoksen muodossa.

Kuvioissa 3 ja 4 esitetyn kosteusanturin 10 lämmitysvirtana voidaan käyttää joko anturin 10 sopivan taajuista mittaussvirtaa tai anturiin 10 35 voidaan integroida lämmitysvastus 15, jonka kontakteihin 17 syötetään lämmitysvirta I kuvion 3 mukaisesti. Kun anturin 10 lämmitysvirtana

- 1 käytetään mittaussvirtaa, voidaan menetellä em. hakijan FI-patentissa 58 402 esitettyjen periaatteiden mukaisesti.

Kuvioiden 3 ja 4 mukaisesti anturiin 10 on integroitu, samalla periaat-
5 reella kuin kuviossa 2 esitettyyn anturiin 30, lämpötilamittausanturi, joka on muodostettu termoparista 20. Termoparissa 20 on sinänsä tunnetusti kahdesta eri metallista tehdyt termoelementtihaarat 21 ja 22, jotka on yhdistetty anturin 10 yhteydessä liitoksella 23. Termoparin 20 toinen haara voidaan sijoittaa mittaamaan sondia ympäröivän atmosfäärin
10 SA lämpötilan T_o .

Käytännössä kuvioiden 2,3 ja 4 mukaisissa, vain periaatteellisesti esitetyissä anturirakenteissa on oltava mukana myös absoluuttilämpötila-
anturi. Tätä integroitua rakennetta esittää kuvio 6, jossa on mukana
15 myös anturin lämmitys, koska muuten ei tunneta absoluuttilämpötilaa.

Kuvion 2 mukainen anturirakenne 30 on viety kiinni suhteellisen paksuun
pieneen kuparilevyyn 41, johon on myös kiinnitetty esim. liimattu kosteus-
anturi 42,10. Kuparilevyyn 41 on yhdistetty lämmitysvastus 48. On edul-
20 lista yhdistää levyyn 41 myös vakiokondensaattori C_2 ja paineanturi C_3 , koska näillä kahdella voi olla lämpöriippuvuutta, vaikka C_2 pyritäänkin tekemään mahdollisimman tunteettomaksi lämpötilan vaihteluille. Sama koskee myös kondensaattoria C_3 . Kuvion 6 mukaisesti kondensaattori 44 (C_5) on kiinnitetty juotoksella 43 vaipastaan levyyn 41. Juotos 51 kiinnittää vakiokondensaattorin 47 (C_2) vaipastaan levyyn 41. Kosteusanturin
25 42 johdot menevät levyssä 41 olevien reikien kautta piirilevylle 46, jolle muidenkin levyllä 41 olevien komponenttien johtimet menevät. Tämä piiri-levy 46 on sopivimmin ohutta taipuisaa materiaalia, jolloin sen jatketta voidaan käyttää liittämään kyseinen yksikkö muuhun elektroniikkaan.

30 Kuviossa 6 esitetyn levyn 41 yhteydessä on lämmitysvastus 48, joka on edullista sijoittaa siten, että kaikkiin antureihin ja vakiokondensaat-toreihin on olennaisesti yhtä pitkä matka. Näin voidaan pienentää lämpö-tilaeroja eri antureiden välillä. Samasta syystä on edullista pitää vas-
35 tuksen 48 lämmitysteho niin pienenä, ettei yksikkö lämpene enempää kuin yleensä n. $2-5^{\circ}\text{C}$ ympäristön lämpötilan yläpuolelle. Levyn 41 yhteydessä on pienikokoinen paineanturi 49, jota ei ole syytä kiinnittää pinnastaan

- 1 kuparilevyyn 41 lämpölaajenemiskertoimien erilaisuuden takia. Paineanturi 49 on sen tähden vain johtojensa varassa. Jotta paineanturi 49 olisi kuitenkin levyn 41 lämpötilassa, on se sijoitettu kuparikuppiin 50, joka on juotettu levyyn 41. Kuviossa 6 näkyy termoparin 20 toinen liitos 23 ja toinen liitos 24 on sijoitettu mittaamaan sondia ympäröivän atmosfäärin SA lämpötilaa T_0 .

- Kuviosta 1 ilmenevän keksinnön pääperiaatteen mukaisesti termoparin 20 napojen A välillä vallitsee tasajännite U_0 , joka on johdettu kytkin-yksikön 50 kautta vaihtosuuntaajayksikköön 60, joka muuttaa termoparin 20 tasajännitteen U_0 vaihtojännitteeksi $U(t)$. Yksikön 60 anto on kytketty dynamiikan säätöyksikön 65 kautta mittausoskillaattorin 70 ottoon kuvion 1 mukaisesti.

- 15 Keksinnön tarkemman toimintaperiaatteen selvittämiseksi tarkastellaan kuvioita 1 ja 5. Yksikön 60 kytkimet 61, 62, 63 ja 64 muodostavat vaihtosuuntaajan. Tätä vaihtosuuntaajaa 60 kytketään mittausoskillaattorin 70 antotaajuuden f_{out} tahdissa. Saatu vaihtosähkö johdetaan 4,7 K:n vastuksen ja 100 n:n kondensaattorin kautta mittausoskillaattorin 70 ottoon, samaan pisteeseen I_n , johon mitattavat kapasitanssitkin $C_2 \dots C_5$ tuodaan vuoron perään kytkimien 41...45 kautta.

- Kuviossa 1 esitetty dynamiikan säätöyksikkö 65 vastaa kuviossa 5 vastusta R_2 ja kondensaattoria C_0 . Vastus R_2 muuttaa termoparin 20 antaman jännitteen virraksi, joka erotuskondensaattorin C_0 kautta on johdettu mittausoskillaattorin 70 ottoon, mihin tuodaan myös mitattavien kondensaattoreiden $C_2 \dots C_5$ virrat. Mittausoskillaattorin 70 ja kytkinyksiköiden 35 ja 40 toimintojen tarkempien yksityiskohtien osalta viitataan hakijan FI-patentteihin 54664 ja 57319. Kuviossa 1 ja 5 kondensaattori C_1 on pohja-kondensaattori, jonka rinnalle mitattavat kondensaattorit $C_2 \dots C_5$ kytketään. Ensimmäisenä referenssinä on kondensaattori C_2 ja toisena referenssinä kytkimen 43 johtimen avoin pää eli kondensaattori, jonka kapasitanssi on nolla. Näin on saatu aikaan halpa ja ehdottomasti stabiili referenssi.

- 35 Vaihtosuuntaajan 60 otto kytketään vaihtokytkinten 53 ja 54 avulla oikosulkuun, kun mitataan kytkennän viittä kondensaattoria C_2, C_3, C_4, C_5 ja "nolla" kondensaattoria, on vaihtosuuntaajan 60 otto kytketty vaihto-

- 1 kytkinten 53 ja 54 avulla oikosulkuun. Mittaussekvenssiin kuuluu vielä yksi mittausta. Tämä tapahtuu siten, että annetaan kytkimen 45 pitää vielä yhden kytkinjakson ajan lämpötilanmittauskondensaattoria C_5 mittauksessa. Samalla kytkimet 53 ja 54 poistavat vaihtosuuntaajan 60 oton oikosulun
- 5 ja kytkimet 51 ja 52 kytkevät termoparin 20 vaihtosuuntaajaan 60. Termoparin 20 tasajännitteestä U_0 vaihtosuunnattu jännite $U(t)$ pyrkii joko suurentamaan tai pienentämään mittausoskillaattorin 70 taajuutta f_{out} riippuen termoparin 20 napaisuudesta. Termoparin 20 toinen liitos 23 on lämpökontaktissa anturin 30 kanssa ja toisen haaran liitos 24 on ympäris-
- 10 tössä SA, jonka lämpötila on T_0 . Täten termoparilla 20 saadaan mitatuksi erittäin tarkasti lämpötilaero $T_1 - T_0$.

- Kuvioissa 1 ja 5 näkyvä askellusoskillaattori 80 antaa neulapulsseja esim. n. 200 ms:n välein. Tätä oskillaattoria 80 voidaan pakko-ohjata esim.
- 15 kalibroitaessa. Kytkimien valintayksikössä 35 on oma nollaus. Piirin 35 nosta 5 on kytketty resettiin, jota voidaan myös pakko- ohjata. Yksikön 35 piirin IC3:n nastoissa 1 ja 10 on joko/tai-portti 36, joka saa aikaan sen, että alin vaihtokytkin 45 pysyy mittausasennossa kahden mittausjakson ajan (2×200 ms). Jälkimmäisen mittausjakson ajaksi yksikön 50 (IC6)
- 20 kahden kytkimen 53 ja 54 muodostava oikosulku poistuu ja kaksi muuta kyt-kintä 51 ja 52 kytkevät termoelementin 20 mittauksen. Jos mitään termopari-jännitettä U_0 ei esiinny pisteiden a ja b välillä, on tilanne sama kuin oikosulussa ja siis molemmilla mittausjaksoilla esiintyy sama taajuus mittausoskillaattorin 70 annossa (F_{out}). Joko/tai-portit 37,66 ja 67 ovat
- 25 kääntämässä vaihetta tai ne toimivat buffereina terävöittäen pulssien nousu- ja laskureunoja.

- Anturin 30 kapasitanssi C_5 voidaan kalibroida samalla kertaa kuin kalib-roidaan termoparikin 20. Tällöin on saavutettavissa se etu, että käyttä-
- 30 mällä ohuita termoparilankoja 21 ja 22, voidaan nopeuttaa varsinaisen lämpötila-anturin C_5 kalibrointia, koska termopari 20 antaa nopeasti vies-tin, onko lämpötilaeroa referenssiympäristön SA ja anturin 30 välillä. Samoin termopari 20 antaa suurinpiirtein oikean kuvan tämän lämpötilaeron suuruudesta ja tätä tietoa voidaan käyttää hyväksi anturia 30 kalibroita-
- 35 essa. Termoparin 20 vapaa haara on parasta olla kalibroinnin aikana eri lämpötilassa kuin kondensaattori C_5 ja siinä kiinni oleva haara.

- 1 Termoparin 20 jännitteestä U_0 yksiköllä 50,60,65 (R_2, Co) johdettu virta on kytketty vaikuttamaan mittaussoskillaattorin 70 ottoon, jolloin saadaan taajuus f_{out1} ja taajuuserosta $f_{out} - f_{out1}$ on laskennallisesti määrättävissä sekä lämpötilaero $T_1 - T_0$ että anturin 30 mittaama lämpötila. Vo-
- 5 daan myös menetellä niin, että ensimmäisessä mittaussekvensissä mitataan anturit C_2, C_5 ilman termoparin 20 synnyttämän jännitteen $U(t)$ vaikutusta ja seuraavassa mittaussekvensissä mitataan jälleen kaikki kondensaattorit $C_2..C_5$ niin, että C_5 :n mittauksessa on mukana termoparin 20 synnyttämän jännitteen $U(t)$ vaikutus. Edellä esitetyn mukaisesti samasta anturista
- 10 C_5 saadaan kaksi eri taajuutta, joiden perusteella on määrättävissä sekä lämpötilaerot $T_1 - T_0$ että kapasitanssin C_5 perusteella havaittu absoluuttinen lämpötila riittävän suurella tarkkuudella.

- Lämpötilaeroa $T_1 - T_0$ edustaa anturin 30 avulla kahteen kertaan mitattujen
- 15 taajuuksien f_{out} ja f_{out1} välinen taajuusero. Tätä taajuuseroa ei käytetä hyväksi radiosondissa. Vasta maassa radiovastaanottimen yhteydessä oleva tietokone, jolla on myös tiedossaan kalibrointitiedot, laskee vastaanotetuista kuudesta modulaatiotaajuudesta oikeat meteorologiset arvot. Näitä taajuuksia voidaan käsitellä jo sondissa, vaikka lopulliseen dataan asti,
- 20 mutta käsittelytapa on silti pääperiaatteessa sama.

- Keksinnöllä toteutetaan uusi mittausmenetelmä, jolla päästään parempaan lopputulokseen kuin tunnetuilla järjestelyillä. Termoelementin 20 vapaa haara mittaa ympäröivän atmosfäärin lämpötilaa T_0 nopeasti ja säteily-
- 25 virheettömästi. Termoelementin 20 toinen haara "lepää" referenssikondensaattorissa C_5 , jonka lämpötilassa "lepäivät" sopivimmin kaikki muutkin mitattavat kondensaattorit.

- Mitä paremmin kalibrointitilanne vastaa luotaustilannetta, sitä vähemmän
- 30 on merkitystä vakioiden lämpöriippuvuudella, koska lämpöriippuvuudesta aiheutuvat virheet kumoutuvat automaattisesti ilman mitään laskentaa. Virheet siirtyvät antureiden lämpötilariippuvuuksiin niiden omien riippuvuuksien lisäksi. Tämän vuoksi on edullista, että myös vakio-kondensaattorit ovat lähellä ulkolämpötilaa.

- 35 Mikä tahansa muukin kondensaattori kuin C_5 käy kahteen kertaan mitattavasta kondensaattorista, jopa 0 pF:n kondensaattori. Termoparin 20 viesti

- 1 sisältyy siihen lähtötaajuuksien f_{out} eroon, jotka saadaan kun toisen mittauskerran taajuudesta vähennetään toisen mittauskerran taajuus.

- Seuraavassa esitetään patenttivaatimukset, joiden määrittelemän keksinnöllisen ajatuksen puitteissa keksinnön eri yksityiskohdat voivat vaihdella ja poiketa edellä vain esimerkinomaisesti esitetyistä.
- 5

10

15

20

25

30

35



Patenttivaatimukset

1. Menetelmä radiosondien impedanssiantureiden tarkkuuden parantamisessa, t u n n e t t u siitä, että menetelmässä mitataan anturin tai
5 antureiden (30 ja/tai 10) lämpötilaa termoparilla (20), jonka termoelementtien (21,22) toisen haaran liitos (23) sijoitetaan mitattavan anturin yhteyteen tai tuntumaan ja jonka termoparin (20) toisen haaran liitos (24) sijoitetaan anturia ympäröivään atmosfääriin (SA) ja että mainitulla termoparilla (20) havaitaan anturin yhteydessä vallitsevan
10 lämpötilan (T_1) ja ympäröivän atmosfäärin (SA) lämpötilan (T_0) eroa ($T_1 - T_0$), jota edustavalla sähkösignaalilla ($U(t)$) vaikutetaan radiosondin mittauskytkennän lähtösignaaliin (F_{out}), joka sisältää tiedon anturilla (30) tai antureilla (10,30) mitattavasta meteorologisesta suureesta tai suureista.
- 15 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että menetelmässä termoparista (20) saatava tasajännite (U_0) muutetaan vaihtosuuntaajalla (60) tai vastaavalla vaihtojännitteeksi ($U(t)$), jolla vaikutetaan mittauskytkennän lähtösignaaliin (F_{out}).
- 20 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että menetelmää käytetään kapasitiivisen lämpötila-anturin (30) yhteydessä.
- 25 4. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että menetelmää käytetään kapasitiivisen kosteusanturin (10) yhteydessä.
- 30 5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kapasitiivista kosteusanturia (10) lämmitetään kapasitanssin dielektrisillä häviöillä ja/tai anturin yhteyteen sovitetulla lämmitysvastuksella (15) (kuviot 3 ja 4).
- 35 6. Jonkin patenttivaatimuksen 1-5 mukainen menetelmä radiosondeissa, joiden mittausjärjestely käsittää kapasitiiviset anturit ($C_1 \dots C_3$), joilla mitataan ympäröivän atmosfäärin painetta (P), suhteellista kosteutta (U) ja/tai lämpötilaa (T) ja joka kytkentä käsittää mittausos-

- killaaattorin (70), jonka antoon kytketään vaihtokytkimellä (40) vuoronperään mitattavat kapasitiiviset anturit ($C_3 \dots C_5$) sekä referenssikondensaattori tai -kondensaattorit (C_1, C_2), t u n n e t t u siitä, että mittausjärjestelyn lämpötila-anturin (30) ja/tai kosteusanturin (10)
- 5 yhteyteen on sovitettu termoparin (20) toisen haaran liitos (23), että termoparin toisen haaran liitos (24) on sijoitettu ympäröivän atmosfäärin (SA) yhteyteen, että mainitusta termoparista (20) saatu tasajännite (U_0) on johdettu kytkentäyksikköön (50), josta yksiköstä on johdettu mainittu jännite sopivassa sekvenssissä termoelementtijännit-
- 10 teen vaihtosuuntausyksikköön (60), ja että viimeainitun yksikön (60) antojännite $U(t)$ on virraksi muunnettuna johdettu vaikuttamaan mittausoskillaattorin (70) ottoon, johon vuoronperään on kytketty mitattavat kapasitaanssit ($C_3 \dots C_5$).
- 15 7. Jonkin patenttivaatimuksen 1-5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mittausjärjestelyn lämpötila-anturi (30) on kiinnitetty suhteellisen paksuun, lämpöä hyvin johtavaa materiaalia olevaan levyyn (41) sopivimmin kuparilevyyn, johon on kiinnitetty myös mahdollinen kosteusanturi (10) ja että mainittuun levyyn (41) on yhdistetty läm-
- 20 mitysvastus (48).
8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittuun levyyn (41) yhdistetään mittausjärjestelyn vakiokondensaattori (C_2) tai -kondensaattorit (C_2, C_0) ja/tai paineanturi (C_3) näiden kondensaattorien lämpötilariippuvuuden vaikutusten vähentämiseksi.
- 25 9. Patenttivaatimuksen 7 tai 8 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittu lämmitysvastus (48) sijoitetaan mainitun levyn (41) yhteyteen niin, että eri antureihin ja vakiokondensaattoreihin on olennaisesti yhtä pitkä matka eri antureiden välillä vallitsevien lämpötilaerojen pienentämiseksi.
- 30 10. Jonkin patenttivaatimuksen 7-9 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainitulla lämmitysvastuksella (48) lämmitetään mainittua levyä (41) ja sen yhteydessä olevia antureita ja vakiokondensaattoreita n. $2^\circ \dots 5^\circ \text{C}$ ympäristön lämpötilan yläpuolelle.

Patentkrav

1. Förfarande för att förbättra noggrannheten på impedansgivare i radiosonder, k ä n n e t e c k n a t därav, att man vid förfarandet
5 mäter temperaturen av givaren eller givarna (30 och/eller 10) med ett termopar (20), varvid förbindningen (23) av den ena grenen av termoelementen (21,22) av termoparet placeras i förbindelse med eller i kontakt med givaren som skall mätas och varvid förbindningen (24) av den andra
10 grenen av termoparet (20) placeras i en atmosfär (SA) som omger givaren och att man med nämnda termopar (20) observerar skillnaden mellan temperaturen (T_1) som råder i förbindelse med givaren och temperaturen (T_0) av den omgivande atmosfären (SA), varvid man påverkar utgångssignalen (F_{out}) av mätkopplingen av radiosonden med en elektrisk signal ($U(t)$) som representerar skillnaden, vilken utgångssignal innehåller informationen om den meteorologiska storheten eller storheterna som skall
15 mätas med givaren (30) eller givarna (10,30).

2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att likspänningen (U_0) som erhålls vid förfarandet från termoparet (20)
20 omvandlas med en växelriktare (60) eller motsvarande till växelspänning ($U(t)$), med vilken man påverkar utgångssignalen (F_{out}) av mätkopplingen.

3. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t
25 därav, att förfarandet används i samband med en kapacitiv temperaturgivare (30).

4. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t
därav, att förfarandet används i samband med en kapacitiv fuktighets-
30 givare (10).

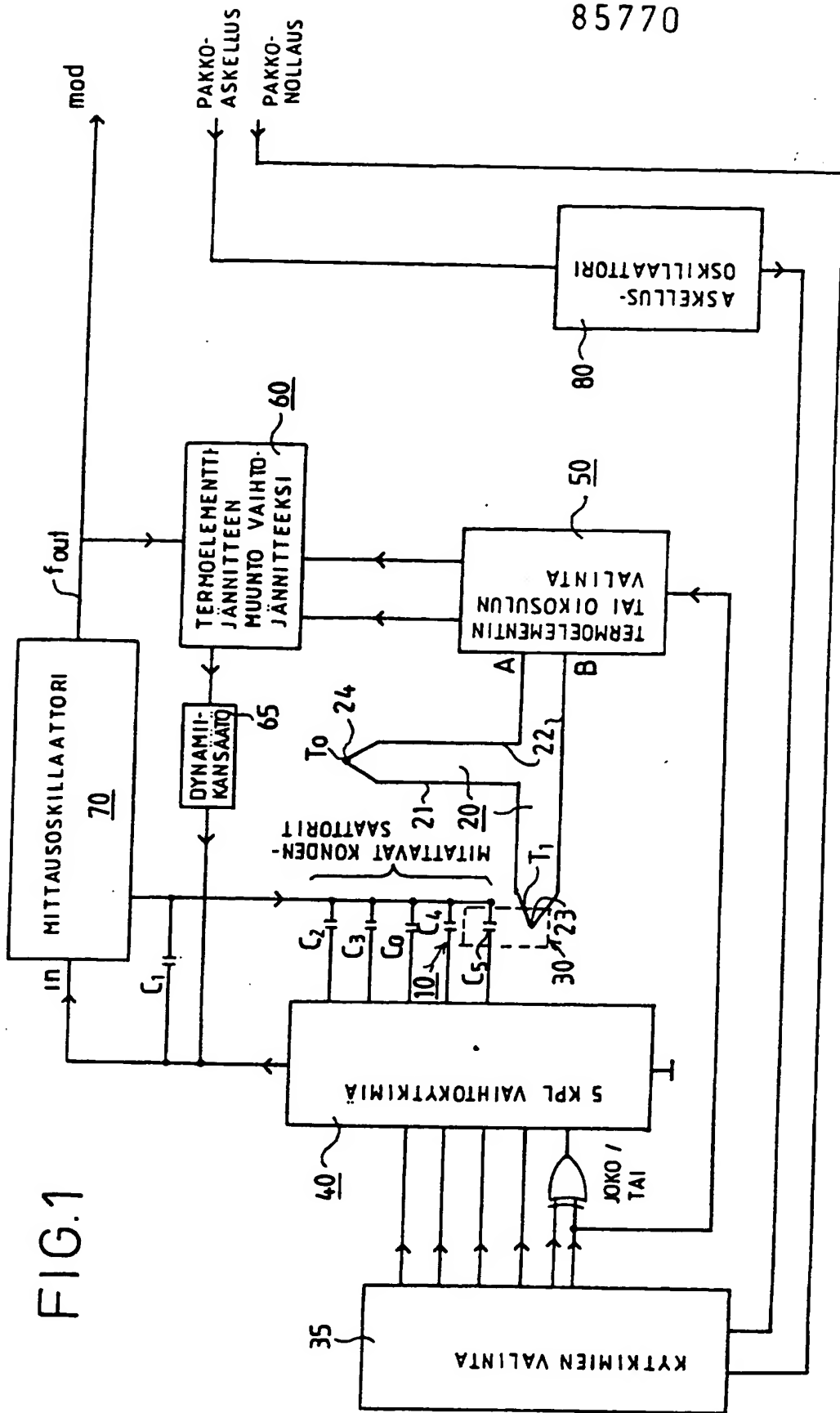
5. Förfarande enligt patentkrav 4, k ä n n e t e c k n a t därav, att den kapacitiva fuktighetsgivaren (10) värms upp med dielektriska förluster på kapacitansen och eller ett värmemotstånd (15) som anordnas i
35 förbindelse med givaren (figurena 3 och 4).

6. Förfarande enligt något av patentkraven 1-5 i radiosonder, vars mätarrangemang innefattar kapacitiva givare ($C_3 \dots C_5$), med vilka man mäter trycket (P) på den omgivande atmosfären, den relativa fuktigheten (U) och/eller temperaturen (T) och vilken koppling innefattar en mätoscillator (70) i vars ingång man turvis med en omkopplare (40) kopplar de kapacitiva givarna ($C_3 \dots C_5$) som skall mätas samt en referanskondensator eller -kondensatorer (C_1, C_2), k ä n n e t e c k n a t därav, att man i förbindelse med temperaturgivaren (30) och/eller fuktgivaren (10) av mätarrangemanget anordnat en förbindning (23) av den ena grenen av ett termopar (20), att förbindningen (24) av den andra grenen av termoparet är anordnad i förbindelse med den omgivande atmosfären (SA), att likspänningen (U_0) som erhållits från nämnda termopar (20) letts till en kopplingsenhet (50), från vilken enhet man lett nämnda spänning i en lämplig sekvens till växelriktningsenheten (60) av termoelementspänningen, och att ingångsspänningen ($U(t)$) av sistnämnda enhet (60), omvandlad till ström, letts att påverka utgången av mätoscillatorn (70), i vilken man turvis kopplat de kapacitanser ($C_3 \dots C_5$) som skall mätas.
7. Förfarande enligt något av patentkraven 1-5, k ä n n e t e c k n a t därav, att temperaturgivaren (30) av mätarrangemanget fästs vid en relativt tjock skiva (41) av ett material som leder värme väl, lämpligast en kopparskiva, vid vilken man också fäst en eventuell fuktighetsgivare (10) och att man med nämnda skiva (41) förenat ett värmemotstånd (48).
8. Förfarande enligt patentkrav 7, k ä n n e t e c k n a t därav, att man med nämnda skiva (41) förenar en standardkondensator (C_2) eller -kondensatorer (C_2, C_0) av mätarrangemanget och/eller en tryckgivare (C_3) för att minska effekterna av temperaturberoendet på dessa kondensatorer.
9. Förfarande enligt patentkrav 7 eller 8, k ä n n e t e c k n a t därav, att nämnda värmemotstånd (48) placeras i förbindelse med nämnda skiva (41) så att man väsentligen har lika lång väg till de olika gi-

varna och standardkondensatorerna för att minska temperaturskillnaderna som råder mellan de olika givarna.

10. Förfarande enligt något av patentkraven 7-9, k a n n e t e c k -
5 n a t därav, att man med nämnda värmemotstånd (48) värmer upp nämnda skiva (41) och givarna och standardkondensatorerna i samband med denna till en temperatur som ligger ca 2...5°C ovanför omgivningens temperatur.

FIG.1



85770

FIG. 2

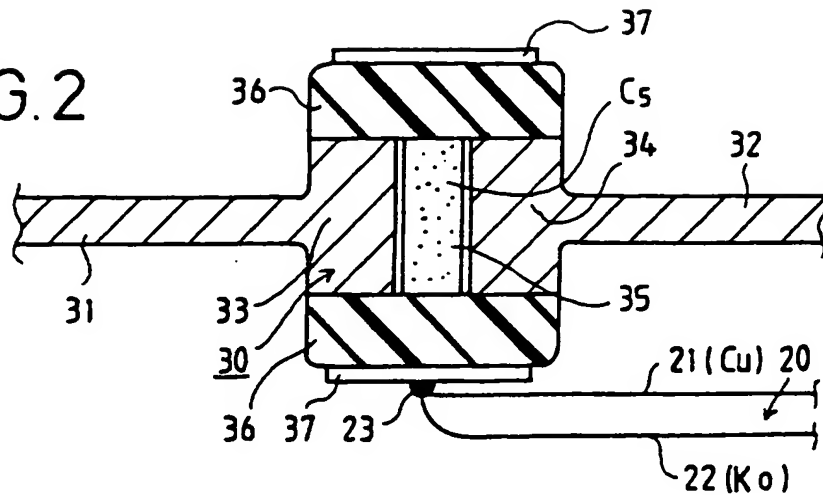


FIG.3

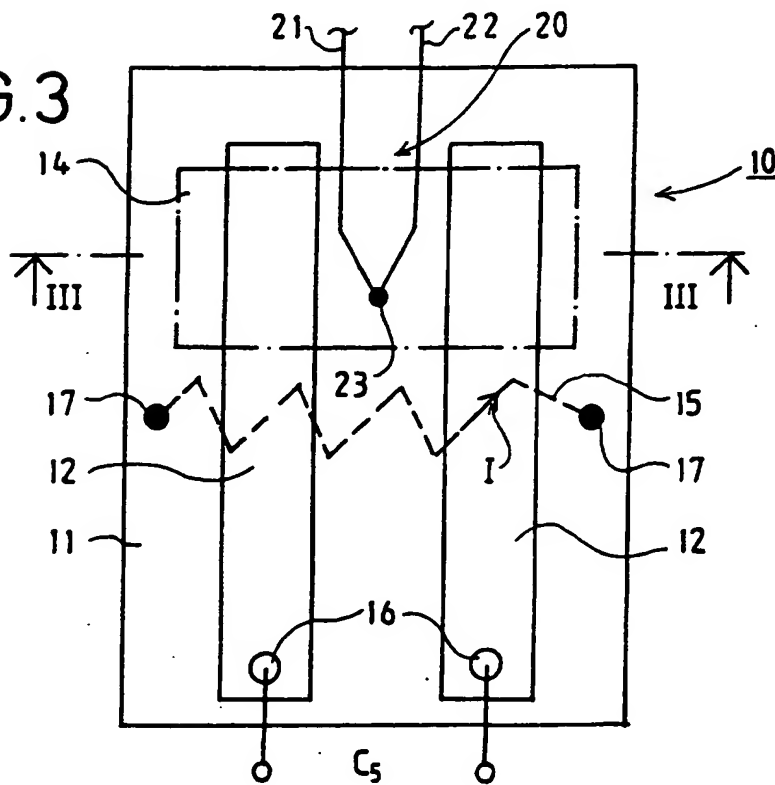
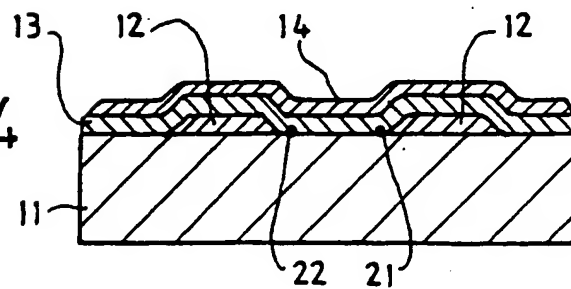
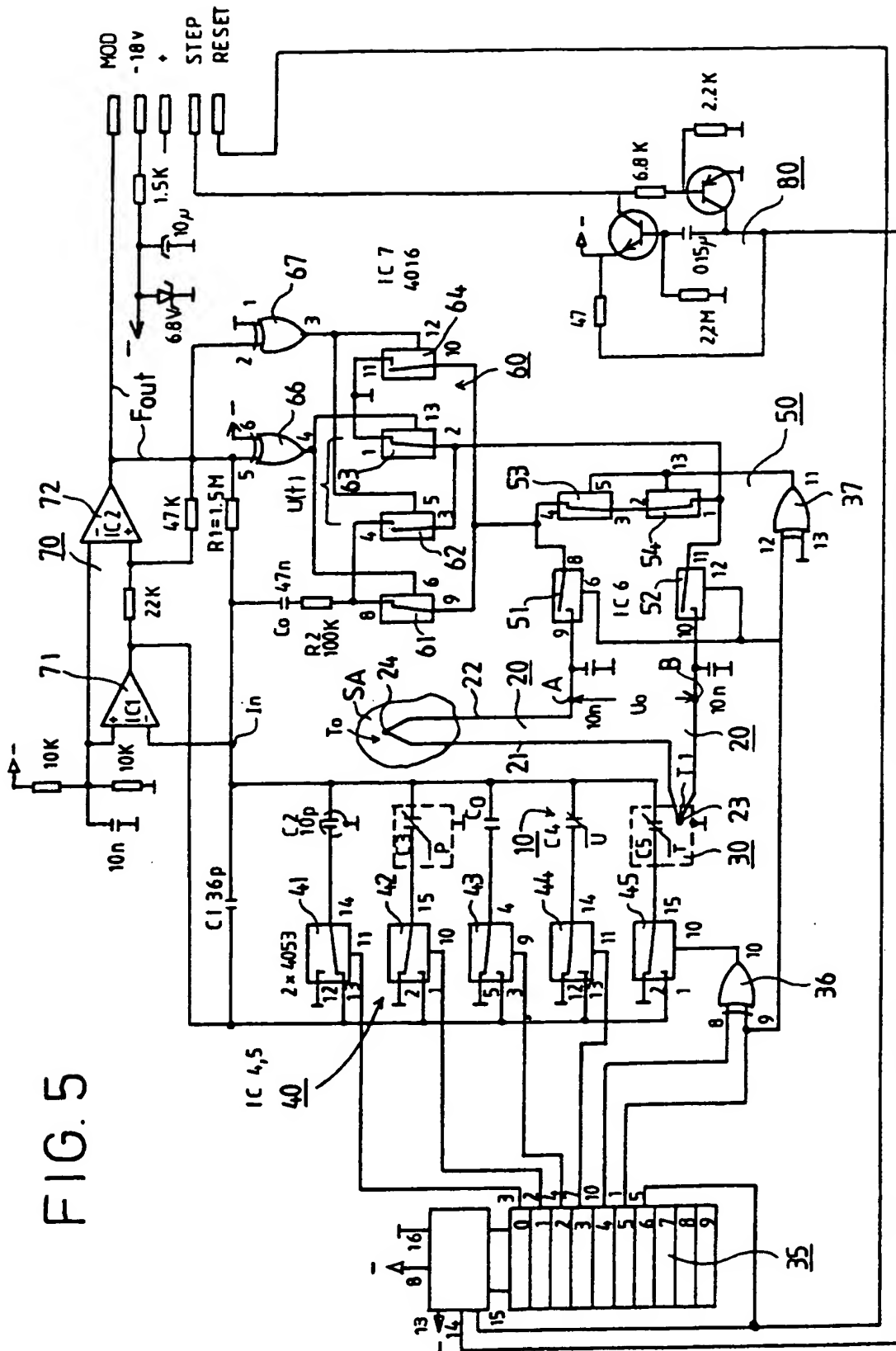


FIG.4





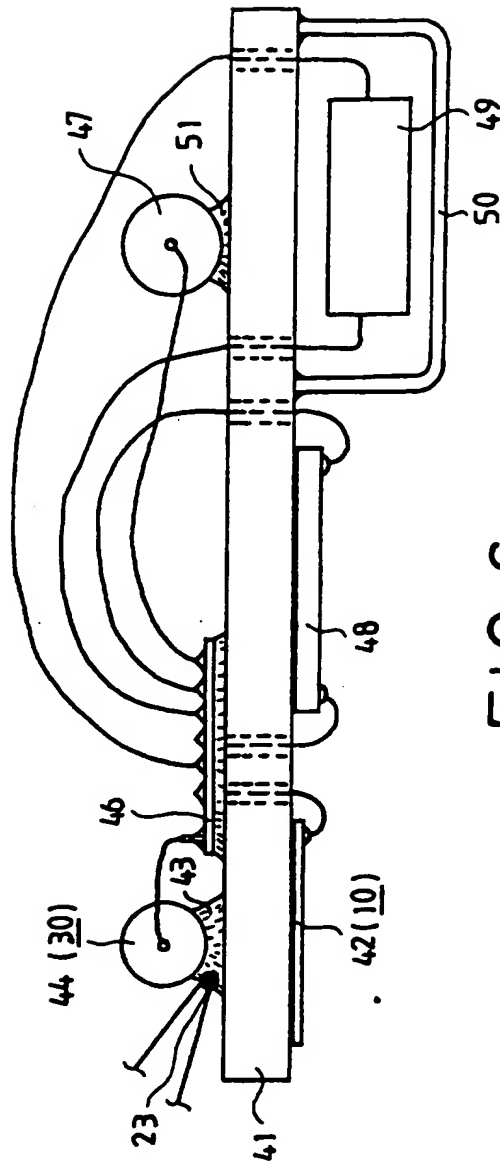


FIG. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.